Тип статьи: научная
УДК 631.354
DOI: 10.35887/2305-2538-2024-1-32-39

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ПОТЕРЬ ПРИ УБОРКЕ СОИ

Геннадий Николаевич Ерохин [1]***, Валерий Викторович Коновский*** [2]
[1,2] *Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Российся Федерация*
[1]witin4@rambler.ru

Автор, ответственный за переписку: Геннадий Николаевич Ерохин, witin4@rambler.ru
Corresponding author: Gennady Erokhin, witin4@rambler.ru

Реферат. *Потери сои при комбайновой уборке в зависимости от условий могут достигать более 30%. Это оказывает существенное влияние на рентабельность производства сои в целом. Статья посвящена моделированию возможных потерь при уборке сои в сельхозпредприятии. В процессе исследования использовались результаты мониторинга качества уборки сои и информационные материалы, опубликованные в периодической печати. Общие потери рассматривались как сумма потерь самоосыпанием из-за задержки уборки и потерь непосредственно за комбайнами. Рассмотрены три варианта уборки сои: в агросрок, частично в агросрок и полностью за агросроком. Моделирование потерь самоосыпанием выполняется в зависимости от варианта уборки и продолжительности работы за агросроком. Моделирование потерь сои за отдельным комбайном производится на основе зависимостей, учитывающих изменение потерь от продолжительности работы за агросроком, рабочей скорости, высоты среза и полеглости. Отличительной особенностью модели является прогнозирование надежности комбайнов, в зависимости от наработки с начала эксплуатации. Исходные данные модели формируются показателями: условий уборки; потребительских свойств комбайнов; технологических режимов работы комбайнов при уборке сои. Модель предусматривает для каждого комбайн определение показателей производительности по эксплуатационному времени. На основе этого определяются: суммарная эксплуатационная производительность комбайнов и продолжительность уборки сои без учета и с учетом задержки по метеоусловиям. Далее моделируются технологические потери за каждым комбайном, суммарные потери сои за комбайнами и потери сои осыпанием в период работы за агросроком. В итоге оцениваются общие потери сои в сельхозпредприятии за период уборки. Результаты моделирования позволяют осуществить выбор наиболее благоприятного сценария использования комбайнов в предприятии с точки зрения минимизации потерь.*

Ключевые слова: *зерноуборочный комбайн, соя, урожайность, модель, потери.*

MODEL FOR ASSESSING LOSSES IN SOYBEAN HARVEST

Gennady Erokhin [1]***, Valery Konovskiy*** [2]
[1,2] *All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov, Russia*
[1]witin4@rambler.ru

Abstract. *Soybean losses during combine harvesting, depending on conditions, can reach more than 30%. This has a significant impact on the profitability of soybean production as a whole. The article is devoted to modeling possible losses when harvesting soybeans in an agricultural enterprise. The results of monitoring the quality of soybean harvesting and information materials published in periodicals were used in the research process. Total losses were considered as the sum of self-shedding losses due to harvesting delays and losses directly behind the combines. Three options for soybean harvesting are considered: within the agricultural period, partially within the agricultural period and completely beyond*

the agricultural period. Modeling of losses by self-shedding is performed depending on the harvesting option and the duration of work over the agricultural period. Modeling of soybean losses for a separate combine is carried out on the basis of dependencies that take into account changes in losses from the duration of work over the agricultural period, operating speed, cutting height and lodging. A distinctive feature of the model is the prediction of the reliability of combines, depending on the operating time since the start of operation. The initial data of the model is formed by the following indicators: cleaning conditions; consumer properties of combines; technological operating modes of combines when harvesting soybeans. The model provides for each combine harvester to determine performance indicators based on operating time. Based on this, the following are determined: the total operational productivity of combines and the duration of soybean harvesting without taking into account and taking into account delays due to weather conditions. Next, the technological losses behind each combine, the total losses of soybeans behind the combines, and the losses of soybeans by shedding during the period of operation after the agricultural period are modeled. As a result, the total soybean losses in the agricultural enterprise during the harvesting period are estimated. The simulation results make it possible to select the most favorable scenario for using combines in an enterprise from the point of view of minimizing losses.

Keywords: *combine harvester, soybean, yield, model, losses.*

Для цитирования: Ерохин Г.Н., Коновский В.В. Модель оценки потерь при уборке СОИ // Наука в Центральной России. 2024. Т. 67, № 1. С. 32-39. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2024-1-32-39.

For citation: Erokhin G, Konovskiy V. Model for assessing losses in soybean harvest. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2024; 67(1): 32-39. (In Russ.) https://doi.org/10.35887/2305-2538-2024-1-32-39.

Введение. В Российской Федерации посевные площади, занятые соей, последние годы неуклонно росли. По данным Росстата площадь сои в 2010 году составляла 1209 тыс.га, в 2022 году она приблизилась к 3500 тыс.га. За этот период произошел рост урожайности с 10,9 ц/га до 18,0 ц/га. Динамичное развитие производства сои связано с высокой рентабельностью , несмотря на нестабильность закупочных цен.

Особое место в производстве сои занимает ее уборка. Уборка сои в сельхозпредприятии сопровождается неизбежными потерями урожая, которые в значительной степени влияют на эффективность ее производства. Потери сои при уборке состоят из потерь самоосыпанием при превышении агросрока и потерь за комбайнами, выполняющими уборку этой культуры.

Потери самоосыпанием вызваны растрескованием бобов и ослаблением их связи с растением. Потери самоосыпанием просходят свободным зерном и опавшими бобами. Они увеличиваются с ростом превышения фактической продолжительности уборочных работ над агросроком. Данный вид потерь зависит от сорта сои, сроков задержки уборки сои, частоты смены периодов дождей и высыхания. При длительной задержке уборки потери самоосыпанием могут достигать 20-30% от урожая.

Потери за комбайном, в свою очередь, состоят из потерь за жаткой и потерь за молотилкой. Потери за жаткой формируются:

- полностью или частично не срезанными бобами при высоком срезе жатки;
- срезанными и опавшими бобами под воздействием мотовила, ножа и шнека жатки;
- свободным зерном, опавшем из бобов под воздействием мотовила и ножа.

Потери за молотилкой образуются вышедшими после прохождения молотилки необмолоченными (или частично необмолоченными) бобами и свободным зерном сои. Потери за молотилкой зависят в основном от условий уборки, технологических настроек и рабочей скорости комбайна.

Согласно агротребований потери при уборке сои нормируются относительно биологической урожайности на момент уборки [1]:

- за жаткой несрезанными бобами – не более 1,5%;
- за жаткой свободным зерном, срезанными и опавшими бобами – не более 1,5%;

- за молотилкой – не более 1,5%;
- из-за разгерметизации комбайна – не более 0,5%.

Общие потери урожайности за комбайном при уборке сои не должны превышать 4,5-5%.

В настоящее время сою убирают обычными зерноуборочными комбайнами. При этом используются самые разнообразные комбайны по типу молотильного устройства и пропускной способности. Применяются соевые жатки низкого среза или зерновые жатки. Используются различные скоростные режимы и технологические настройки при уборке. Все это, а также условия уборки, несомненно оказывают влияние на потери урожая сои.

На практике, как показывает мониторинг, при неблагоприятных погодных условиях и значительной задержке уборки по срокам, потери резко возрастают и могут достигать 30% от урожайности.

И потребителю важно иметь возможность прогнозировать потери при уборке сои в различных условиях разнобразным составом зерноуборочных комбайнов. Такая оценка необходима для целенаправленного проведения работ по снижению потерь и повышению эффективности производства сои. В настоящей статье представлены исследования по моделированию подобной оценки.

Материалы и методы. Исследования проводились на основе результатов мониторинга качества уборки сои в сельхозпредприятиях, выполненного ФГБНУ ВНИИТиН. Также использованы показатели оценки потерь сои при уборке, опубликованные в открытой печати. Аппроксимация зависимостей показателей от исследуемых факторов выполнялась компьютерной обработкой исходных данных.

Результаты и обсуждение. Потери зерна сои в сельхозпредприятии за период уборки можно описать общим уравнением:

$$П_C = П_O + \sum_{i=1}^{N} П_{Ki}\ , \text{т} \qquad (1)$$

где $П_O$ - потери сои самоосыпанием вследствие задержки и превышения агросрока уборки, т; $П_{Ki}$ - потери зерна сои отдельным i-ым комбайном за период уборки, т; N – количество комбайнов в сельхозпредприятии на уборке сои.

Потери $П_O$ зависят от величины превышения фактической продолжительности уборочных работ над агросроком [2, 3]. Под фактической продолжительностью уборки сои понимают сумму:

$$T_Ф = Д_{ПР} + T_{УБ}\ , \qquad (2)$$

где $Д_{ПР}$ – продолжительность задержки уборки из-за погодных или других условий, дни; $T_{УБ}$ - продолжительность уборки сои в сельхозпредприятии, дни.

Продолжительность периода уборки $T_{УБ}$ определяется на основе планируемого объема работ и суммарной эксплуатационной производительности комбайнов на уборке сои в условиях сельхозпредприятия. Подробно эта процедура описана в [4].

Далее рассмотрим три возможных варианта уборки сои в сельхозпредприятии в зависимости от $T_Ф$.

<u>Вариант А.</u> Характеризуется фактической продолжительностью уборки менее агросрока:

$$T_Ф \le T_{АГР}\ , \qquad (3)$$

где $T_{АГР}$ – агросрок уборки сои, дни;

Величина потерь от превышения агросрока в этом случае равна нулю: $П_O = 0$.

Вариант Б. При этом варианте фактическая продолжительность уборки удовлетворяет условиям:

$$T_{Ф} > T_{АГР}, \quad Д_{ПР} < T_{АГР} \tag{4}$$

То есть фактическая продолжительность уборки становится больше агросрока, однако величина задержки меньше агросрока. Уборка происходит в период агросрока и за его пределами.

Величина периода, превышающего агросрок, равна:

$$T_{ПРЕ} = T_{Ф} - T_{АГР}, \text{ дни} \tag{5}$$

Площадь сои, убираемая за пределами агросрока, равна:

$$S_{АГР} = S_C - T_{\Sigma ЭКГА} \cdot T_{ДН} \cdot (T_{АГР} - Д_{ПР}), \tag{6}$$

где S_C - общая площадь уборки сои в сельхозпредприятии, га; $T_{\Sigma ЭКГА}$ - суммарная эксплуатационная производительность комбайнов, га/ч; $T_{ДН}$ - среднее суточное эксплуатационное время работы комбайна на уборке сои.

Исследования [2, 3] и мониторинг работы комбайнов на уборке сои показывают, что потери осыпанием линейно возрастают с ростом времени уборки сверх агросрока. Средний процент потерь сои осыпанием $P_{СР}$ при уборке площади $S_{АГР}$ можно описать зависимостью:

$$P_{СР} = 0{,}35 \cdot T_{ПРЕ}, \%. \tag{7}$$

В итоге потери осыпанием $П_O$ для варианта (Б) равны:

$$П_O = 0{,}001 \cdot У \cdot S_{АГР} \cdot P_{СР}, \text{ т} \tag{8}$$

где $У$ - потенциальная урожайность сои без учета потерь, ц/га.

Вариант В. В этом варианте задержка уборки $Д_{ПР}$ больше агросрока $T_{АГР}$:

$$Д_{ПР} > T_{АГР}. \tag{9}$$

Величина периода $T_{ПРЕ}$, превышающего агросрок, для данного варианта также определяется формулой (5). Вся уборка происходит в период за пределами агросрока. Поэтому площадь уборки за пределами агросрока равна общей площади сои в хозяйстве:

$$S_{АГР} = S_C, \tag{10}$$

Средний процент потерь самоосыпанием вследствие уборки за агросроком для этого варианта составляет:

$$P_{СР} = 0{,}7 \cdot T_{ПРЕ} - 0{,}35 \cdot T_{УБ}, \% \tag{11}$$

Потери осыпанием $П_O$ для варианта (В) равны:

$$П_O = 0{,}001 \cdot У \cdot S_C \cdot P_{СР}, \text{ т} \tag{12}$$

Следует отметить, что вариант (В) характеризуется наибольшими потерями сои $П_O$. Это происходит потому, что за пределами агросрока убирается максимальная площадь и средний процент потерь также наиболее высокий.

Моделирование потерь сои за комбайном. Согласно уравнения (1) потери при уборке сои состоят из потерь за комбайнами и потерь при работе за пределами агосрока. Рассмотрим потери за комбайном подробнее. Эти потери за уборочный сезон составляют:

$$П_К = 10^{-2} \cdot Y_К \cdot У \cdot S_К \text{, ц} \quad (13)$$

где $Y_К$ - уровень потерь сои за отдельным комбайном в условиях сельхозпроизводителя, %; $S_К$ - площадь сои, убранная комбайном за сезон, га.

Значение уровня потерь сои за комбайном $Y_К$ зависит от многих факторов. Как показывает мониторинг и испытания комбайнов на МИС, при нормальных условиях уровень потерь сои за комбайном находится в интервале 1,5…4,5%.

Однако на практике потери сои за комбайнами часто бывают более высокими и достигают 20…30% от урожая. Повышенные потери могут возникать из-за множества факторов [5]. Согласно экспертной оценки специалистов сельхозпредприятий наиболее значимые из них:

- сроки проведения работ;
- высота среза;
- рабочая скорость комбайна;
- полеглость растений.

С учетом влияния этих факторов уровень потерь за комбайном при уборке сои можно описать уравнением:

$$Y_К = Y_Б + К_{ПРЕ} + К_{ВС} + К_{СК} + К_{ПОЛ} \text{ ,} \quad (14)$$

где $Y_Б$ - базовый уровень потерь комбайна при уборке сои, %; $К_{ПРЕ}$ - коэффициент потерь от превышения агросрока, %; $К_{ВС}$ - коэффициент потерь от высоты среза, %; $К_{СК}$ - коэффициент потерь от рабочей скорости комбайна, %; $К_{ПОЛ}$ - коэффициент потерь от полеглости сои.

Базовый уровень потерь принимается равным потерям при нормальных условиях уборки: $Y_Б = 3...4\%$.

<u>Сроки проведения уборки сои.</u> Работа комбайна в период за агросроком характеризуется дополнительными потерями осыпанием бобов и зерна за жаткой. Это происходит вследствие взаимодействия склонного к осыпанию растения с мотовилом, ножом и шнеком. Как и потери самоосыпанием, эти потери зависят от величины превышения фактической продолжительности уборочных работ над агросроком. Также рассматриваем три варианта проведения уборки.

При варианте (А), когда фактическая продолжительность уборки не превышает агросрок, $К_{ПРЕ} = 0$.

При варианте (Б) уборка происходит в период агросрока и за его пределами. Период, превышающий агросрок, определяется по формуле (4). Используя данные [28], получена зависимость коэффициента потерь от превышения агросрока:

$$К_{ПРЕ} = 0{,}262 \cdot T_{ПРЕ} \cdot \frac{S_{АГР}}{S_С} \text{ .} \quad (15)$$

При варианте (В) вся уборка происходит за периодом агросрока. При этом коэффициент увеличения потерь от превышения агросрока равен:

$$К_{ПРЕ} = 0{,}262 \cdot (2 \cdot T_{ПРЕ} - T_{УБ}) \text{ .} \quad (16)$$

<u>Высота среза.</u> Особенности куста сои таковы, что наиболее урожайные бобы располагаются в нижней части. Высота крепления нижних бобов составляет 3-15 см от поверхности почвы. Отсюда следует, что высота среза непосредственным образом влияет на величину потерь сои за жаткой. Это потери несрезанными и частично несрезанными бобами. Обработкой данных мониторинга получено, что величина коэффициента $К_{ВС}$ описывается формулами:

$$\text{при } h_C \le 6см;\ К_{ВС} = 0, \quad (17)$$

$$\text{при } h_C > 6см;\ К_{ВС} = 1{,}220 \cdot h_C - 7{,}962, \quad (18)$$

где h_C - высота среза, см.

При использовании выражений (17) и (18) необходимо учитывать, что соевые жатки обеспечивают минимальный срез 4-5 см, а зерновые – 10-15 см.

Рабочая скорость комбайна. Большинство специалистов при выборе рабочей скорости комбайна на уборке сои рекомендуют скорость 4-6 км/ч. С ростом скорости увеличиваются и потери сои. Одна из причин этого заключается в следующем: рост рабочей скорости способствует появлению участков нечистого среза, что приводит к повышенным потерям сои за жаткой. Также увеличивается сила взаимодействия растений с элементами режущего аппарата и мотовила. Это стимулирует потери свободным зерном и опавшими бобами. Исследования показывают, что увеличение рабочей скорости приводит к увеличению общих потерь в шнековой жатке. Используя данные [6] предлагаются зависимости коэффициента потерь от скорости:

$$\text{при } V_P < 5км/ч;\ К_{СК} = 0. \quad (19)$$

$$\text{при } V_P > 5км/ч\ К_{СК} = 0{,}125 \cdot V_P^2 - V_P + 1{,}875. \quad (20)$$

где V_P - рабочая скорость комбайна, км/ч.

Полеглость. Полеглость возникает, когда стебли растений не могут удерживать растения в вертикальном положении и они наклоняются или падают. Эта ситуация увеличивает потери урожая сои, замедляет скорость комбайна и, соответственно, снижает производительность. Выбор сорта сои оказывает большое влияние на потенциальную полеглость. Кроме того, обильные осадки или поливная вода на стадиях вегетативного роста являются основными условиями окружающей среды, приводящими к полеганию.

Полеглость приводит к потерям урожая, поскольку режущий аппарат проезжает по склонившимся растениям, оставляя необрезанные части растений с бобами в поле. Часто при этом происходит наматывание растительной массы на мотовило, что также приводит к потерям зерен и бобов сои.

Полеглость растения согласно нормативной документации [7] определяют процентным отношением разности высот выпрямленного и естественного состояния к высоте выпрямленного. В данной модели принята гипотеза, что при полеглости до 40% не наблюдается значимого влияния на потери, то есть $К_{ПОЛ} = 0$. При полеглости растений выше 40% коэффициент увеличения потерь от полеглости предлагается оценивать по формуле:

$$К_{ПОЛ} = \frac{(-0{,}005 \cdot П_P^2 + 0{,}960 \cdot П_P - 30{,}28) \cdot S_{ПОЛ}}{S_C}, \quad (21)$$

где $S_{ПОЛ}$ - площадь полеглых участков убираемой сои, га; $П_P$ - полеглость растений на площади $S_{ПОЛ}$, %.

Формулы (1)…(21) представляют собой ядро модели оценки потерь сои при комбайновой уборке в сельхозпредприятии. Для ее практической реализации необходимо выполнить моделирование эксплуатационных показателей уборки сои в сельхозпредприятии [4]. При этом осуществляется прогнозирование надежности комбайнов в зависимости от наработки с начала эксплуатации. Такой подход позволяет повысить точность оценки эксплуатационной производительности комбайнов на уборке сои. В общем виде структура модели показана на рисунке 1.

Рисунок 1- Структура модели оценки потерь при комбайновой уборке сои в сельхозпредприятии

Исходные данные модели оценки потерь подразделяются на три группы.

1 группа - показатели условий уборки сои в сельхозпредприятии. К ним относятся: количество и марки используемых комбайнов, наработка комбайнов с начала эксплуатации, тип и ширина жаток, убираемая площадь сои, сорт, урожайность, полеглость, отношение зерна к соломе, влажность зерна и соломы, длина гона, задержка и простои по метеоусловиям.

2 группа - показатели потребительских свойств применяемых зерноуборочных комбайнов. Сюда входят: мощность двигателя, объем бункера, скорость выгрузки зерна, площадь подбарабанья, площадь соломотряса, площадь очистки, удельные затраты времени на устранение технологических отказов, удельные затраты времени на ТО и регулировку комбайна;

3 группа – показатели технологических режимов работы комбайнов. Это показатели: рабочая скорость комбайна, высота среза.

Модель предусматривает определение по каждому комбайну показателей: производительность по основному и сменному времени; коэффициент готовности по общему времени; производительность по эксплуатационному времени. На основе этого определяются: суммарная эксплуатационная производительность комбайнов, годовое эксплуатационное время работы комбайнов на уборке сои, продолжительность уборки сои без учета и с учетом задержки по метеоусловиям. Далее моделируются технологические потери за каждым комбайном, суммарные потери сои за комбайнами и потери сои осыпанием в период работы за агросроком. В итоге оцениваются общие потери сои в сельхозпредприятии за период уборки.

Выводы. Модель рассматривает три варианта уборки сои: в агросрок, частично в агросрок и полностью за пределами агросрока. В зависимости от этого производится моделирование потерь самоосыпанием, потерь за уборочными комбайнами и оцениваются общие потери сои в сельхозпредприятии за период уборки.

Применение разработанной модели дает возможность прогнозировать разнообразные сценарии уборки сои в сельхозпредприятии и оценивать соответствующие потери. Результаты

моделирования позволяют осуществить выбор наиболее благоприятного сценария использования комбайнов в предприятии на уборке сои с точки зрения минимизации потерь.

Список источников

1. Липкань А.В., Кувшинов А.А., Усанов В.С., Смолянинова Н.О., Сахаров В.А. Методика определения потерь зерна за жаткой и молотилкой комбайна при уборке сои // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2022. Т. 16. N1. С. 69-77.

2. Soybean Field Losses as Influenced by Harvest Delays /B.D. Philbrook and E.S. Oplinger// Reprinted from Agronomy Journal. – 1986. - Vol. 81, No. 2. - S. 251-258.

3. Ряднов А. И., Федорова О. А., Поддубный О. И. Потери зерна от увеличения сроков уборки зерновых культур // Известия НВ АУК. 2020. 2(58). 375-384.

4. Прогнозирование продолжительности уборки сои в сельхозпредприятии /Г.Н.Ерохин, В.В.Коновский, Першин И.А. // В сборнике: Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса. Юбилейный сборник научных трудов XV Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2022. С. 59-61.

5. Качество уборки сои зерноуборочными комбайнами / Г.Н.Ерохин, В.В. Коновский, Першин И.А. // Наука в центральной России. – 2022. – № 3(57) . – С.7–13.

6. Cortez J.W., Syrio M.G., Rodrigues S.A. Types of header, operating speed, and geometry of collection frames on the total losses of soybean harvest. Engenharia Agricola. 2019. Vol. 39(4). 482-489.

7. ГОСТ Р 52778-2007. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – М.: «Стандартинформ». – 2008. – 24с.

References

1. Lipkan A.V., Kuvshinov A.A., Usanov V.S., Smolyaninova N.O., Sakharov V.A. Methodology for determining grain losses behind the reaper and thresher of a combine when harvesting soybeans // Agricultural machines and technologies. 2022. T. 16. N1. pp. 69-77.

2. Soybean Field Losses as Influenced by Harvest Delays /B.D. Philbrook and E.S. Oplinger // Reprinted from Agronomy Journal. – 1986. - Vol. 81, No. 2. - S. 251-258.

3. Ryadnov A.I., Fedorova O.A., Poddubny O.I. Grain losses from increasing the timing of harvesting grain crops // Izvestia NV AUK. 2020. 2(58). 375-384.

4. Forecasting the duration of soybean harvesting in an agricultural enterprise / G.N. Erokhin, V.V. Konovsky, I.A. Pershin. // In the collection: State and prospects for the development of the agro-industrial complex. Anniversary collection of scientific works of the XV International Scientific and Practical Conference. Rostov-on-Don, 2022. pp. 59-61.

5. Quality of soybean harvesting with grain harvesters / G.N. Erokhin, V.V. Konovsky, Pershin I.A. // Science in central Russia. – 2022. – No. 3(57). – P.7–13.

6. Cortez J.W., Syrio M.G., Rodrigues S.A. Types of header, operating speed, and geometry of collection frames on the total losses of soybean harvest. Engenharia Agricola. 2019. Vol. 39(4). 482-489.

7. GOST R 52778-2007. Testing of agricultural machinery. Methods of operational and technological assessment. – M.: “Standardinform”. – 2008. – 24s.

Информация об авторах

Г.Н. Ерохин - кандидат технических наук; В.В. Коновский – научный сотрудник.

Information about the authors

G. Erokhin - Candidate of Technical Sciences; V. Konovskiy – Senior Researcher.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received): 18.01.2024 Принята к публикации (Accepted): 21.02.2024